

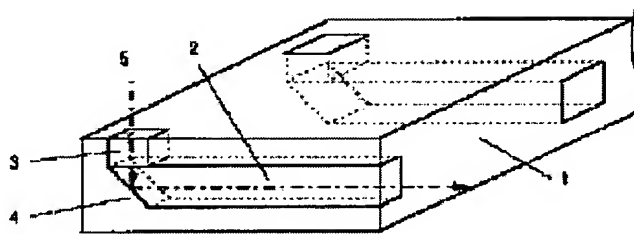
OPTICAL WAVEGUIDE STRUCTURE

Patent number: JP2000193838
Publication date: 2000-07-14
Inventor: KARASHIMA YASUHARU; FUKUMIYA KOICHI; IZUKI SHUICHI; HAMAGISHI SHINYA; KUWAKI HIROSHI
Applicant: HITACHI LTD
Classification:
- international: **G02B6/122; G02B6/28; G02B6/122; G02B6/28; (IPC1-7): G02B6/122; G02B6/28**
- european:
Application number: JP19980372331 19981228
Priority number(s): JP19980372331 19981228

[Report a data error here](#)

Abstract of JP2000193838

PROBLEM TO BE SOLVED: To obtain an optical waveguide structure capable of being made small by providing a slant reflecting face at least on one end part of the optical waveguide member buried in a base plate, and setting at least either of the incidental light or the out-going light in the direction crossing the optical axis direction of the optical waveguide member. **SOLUTION:** A core member 2 buried in a clad base plate 1 and the interior of the clad base plate 1 is provided. The side end face of the core member 2 is exposed on the side of the clad base plate 1, the other end face is exposed to the opening part forming the upper face on the surface side of the clad base plate 1 and a hollow part 3, and a slant reflecting face 4 is provided on the end face. Hereat, incidental light radiated in the vertical direction from the upper side through the opening part and the hollow part 3 is reflected on the reflecting face 4 in the axial direction of the core member 2, and it can be taken out from the end face exposed on the side of the clad base plate 1. Consequently, alignment of the input light and the optical waveguide can be performed on the surface of the clad base plate 1, and the aligning work can be easily performed.



文献 1

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2000-193838

(P2000-193838A)

(43) 公開日 平成12年7月14日 (2000.7.14)

(51) Int.Cl. ⁷	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
G 0 2 B	6/122	G 0 2 B	A 2 H 0 4 7
	6/28		D
		6/28	S

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願平10-372331

(22) 出願日 平成10年12月28日 (1998.12.28)

(71) 出願人 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区神田駿河台四丁目 6 番地

(72) 発明者 辛島 靖治

神奈川県横浜市戸塚区戸塚町216番地 株

式会社日立製作所情報通信事業部内

(72) 発明者 福宮 孝一

神奈川県横浜市戸塚区戸塚町216番地 株

式会社日立製作所情報通信事業部内

(74) 代理人 100061893

弁理士 高橋 明夫 (外 1 名)

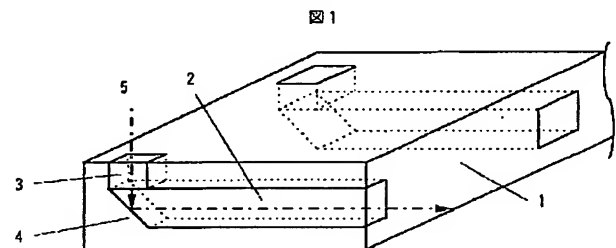
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光導波路構造体

(57) 【要約】

【課題】 調芯作業が容易で小型化可能な光導波路構造の提供。

【解決手段】 基板内 1 に埋設された光導波路 2 の一端に反射面 4 を形成し、上方から照射された入射光 5 が上記反射面で光導波路の軸方向に反射させることにより、基板の表面から照射した光を基板の側面または裏面から取り出せる光導波路構造体を得られる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】基板内に埋設された光導波路部材の少なくとも一方の端部に傾斜した反射面を備え、入射光または出射光の少なくとも一方が、上記光導波路部材の光軸方向に対して交差した方向となるようにしたことを特徴とする光導波路構造体。

【請求項 2】基板の内部に埋設された少なくとも 1 つの光導波路を有し、上記光導波路の一端が基板表面からの入射光を該光導波路の長手方向に反射するための傾斜した反射面を備え、他方の端部が上記基板の側面に露出した端面を有し、上記基板の表面側から照射された入射光が上記反射面で反射され、上記光導波路を通して上記基板の側面側より出力されるようにしたことを特徴とする光導波路構造体。

【請求項 3】基板の内部に埋設された少なくとも 1 つの光導波路を有し、上記光導波路の一端が基板表面からの入射光を該光導波路の長手方向に反射するための傾斜した第 1 の反射面を備え、他方の端部が該光導波路の伝播光を該光導波路と交差する方向に反射するための第 2 の反射面を備え、上記基板の表面側から照射された入射光が上記第 1 の反射面で反射され、上記光導波路を通った光が上記第 2 の反射面で反射されて、上記基板の裏面側または側面側より出力されるようにしたことを特徴とする光導波路構造体。

【請求項 4】基板の内部に埋設された少なくとも 1 つの光導波路を有し、上記光導波路の一端が基板表面からの入射光を該光導波路の長手方向に反射するための傾斜した第 1 の反射面を備え、他方の端部が上記基板の側面に露出した端面を有し、上記光導波路の途中に伝播光を該光導波路と交差する方向または上記他方の端部方向に選択的にスイッチングするための第 2 の反射面を備え、外部から上記第 2 の反射面に作用させた制御信号によって上記第 2 反射面の特性を変化させ、上記基板の表面側から照射された入射光を上記第 1 の反射面で反射し、上記光導波路を通った光を上記第 2 の反射面によって、上記基板の裏面側または側面側に選択的に振り分けるようにしたことを特徴とする光導波路構造体。

【請求項 5】前記基板の内部に埋設して、前記光導波路と対をなす第 2 の光導波路を有し、該第 2 の光導波路の一端が前記スイッチング用の第 2 の反射面で反射された光を受光してその長手方向に反射するための第 3 の反射面を備え、他方の端部が上記基板の側面に露出した端面を有し、上記第 2 の反射面で反射された光が上記第 2 の光導波路を通して上記基板の側面側から出力されるようにしたことを特徴とする請求項 4 に記載の光導波路構造体。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【発明の属する技術分野】本発明は、光通信、光情報処理等の光システムにおける光信号の伝送部品として使用

される導波路型光デバイスに関するものである。

【0002】

【従来の技術】光導波路は、光通信システムにおける光配線の高密度化、あるいは発光部品と光ファイバとの結合部を小型化するための基本的なデバイスとなっている。光導波路は、基板表面に形成した溝部に光ファイバを配置することにより構成できるが、例えば、特開平 10-68829 号や特開平 9-230115 号公報に記載されているように、シリコン基板表面に積層したポリイミド等の高分子材料からなる光導波路構造も提案されている。また、特開平 9-9015 号では、伝送路を光学的に接続するための調芯手段として、屈折率分布型の光導波路が提案されている。高分子系導波路は、光ファイバと同様、屈折率の異なる 2 種類以上の材料からなり、例えば、図 6 に示すように、光導波路のクラッドとなる基板部材 22 に埋設して、基板部材よりも屈折率の大きい材料からなる複数のコア領域 21-1、21-2 を配列した構造となっている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】然るに、これまでに提案された光導波路デバイスは、基板内部で該基板の表面と平行な面内に複数列のコア領域を並列配置し、基板の一方の端面（側面）から入射した光を他の端面から出射させる構造、すなわち、光信号を 2 次元的な平面内で搬送する導波路配列構造となっているため、光導波路の本数増加に伴って、入出力側の外部光伝送媒体（あるいは光源）と各導波路との調芯作業が困難となり、装置の小型化を妨げている。また、外部光伝送媒体（あるいは光源）と各導波路との調芯作業を容易にするためには、例えば、基板内部で光導波路となる光ファイバを曲げておき、上方から照射した光を基板側面から取り出す構成とすれば良いが、この場合、応力歪による伝送特性の劣化を避けるために光ファイバに許容される曲率半径には制限があるため、この方法で縦横寸法と厚さに制約のある小型化された光導波路デバイスを実現することは困難である。

【0004】本発明の目的は、小型化可能な光導波路構造体を提供することにある。本発明の他の目的は、外部光伝送媒体（あるいは光源）と各導波路との調芯作業が容易に行える光導波路構造体を提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決するために、本発明の光導波路構造体では、基板内に埋設された光導波路部材の少なくとも一方の端部に傾斜した反射面を備え、入射光または出射光の少なくとも一方が、上記光導波路部材の光軸方向に対して交差した方向となるようにしたことを特徴とする。

【0006】更に具体的に言うと、本発明による光導波路構造体の 1 つの形態は、基板の内部に埋設された少なくとも 1 つの光導波路を有し、上記光導波路の一端が上

方からの入射光を該光導波路の長手方向に反射するための傾斜した反射面を備え、他方の端部が上記基板の側面に露出した端面を有し、上記基板の表面側から照射された入射光が上記反射面で反射され、上記光導波路を通過して上記基板の側面側より出力されるようにしたことを特徴とする。

【0007】本発明による光導波路構造体の他の形態は、基板の内部に埋設された少なくとも1つの光導波路を有し、上記光導波路の一端が上方からの入射光を該光導波路の長手方向に反射するための傾斜した第1の反射面を備え、他方の端部が該光導波路の伝播光を該光導波路と交差する方向に反射するための第2の反射面を備え、上記基板の表面側から照射された入射光が上記第1の反射面で反射され、上記光導波路を通過した光が上記第2の反射面で反射されて、上記基板の裏面側または側面側より出力されるようにしたことを特徴とする。

【0008】本発明による光導波路構造体の更に他の形態は、基板の内部に埋設された少なくとも1つの光導波路を有し、上記光導波路の一端が上方からの入射光を該光導波路の長手方向に反射するための傾斜した第1の反射面を備え、他方の端部が上記基板の側面に露出した端面を有し、上記光導波路の途中に伝播光を該光導波路と交差する方向または上記他方の端部方向に選択的にスイッチングするための第2の反射面を備え、外部から上記第2の反射面に作用させた制御信号によって上記第2反射面の特性を変化させ、上記基板の表面側から照射された入射光を上記第1の反射面で反射し、上記光導波路を通過した光を上記第2の反射面によって、上記基板の裏面側または側面側に選択的に振り分けるようにしたことを特徴とする。

【0009】上記第2の反射面での反射光を取り出すためには、例えば、上記基板の裏面に反射光を取り出すための開口部を設けるか、あるいは、上記基板の内部に埋設して上記光導波路と対をなす第2の光導波路を設け、該第2の光導波路の一端が上記スイッチング用の第2の反射面で反射された光を受光してその長手方向に反射するための第3の反射面を備え、他方の端部が上記基板の側面に露出した端面を有し、上記第2の反射面で反射された光が上記第2の光導波路を通過して上記基板の側面側から出力する構成とすればよい。上記各形態において、入射光は、例えば、上記基板の表面部に形成された開口部を通して光導波路の反射面に照射される。但し、上記開口部は光導波路部材で充填した構成としてもよい。また、上記各形態において、基板をクラッド部材で構成し、各光導波路を上記クラッド部材よりも屈折率の大きいコア部材で構成してもよいし、各光導波路をコアとクラッドとからなる光ファイバで構成してもよい。

【0010】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施例を図面を参照して説明する。図1は、本発明による光導波路構造体

の1実施例を示す。1はクラッド基板、2は上記クラッド基板1の内部に埋設して形成されたコアであり、コア2のその一方の端面はクラッド基板1の側面に露出しており、他方の端部は、上面をクラッド基板の表面側に形成した開口部3に露出させ、その端面に傾斜した反射面4を備えている。

【0011】本実施例によれば、開口部3を通して上方から略垂直方向に照射した入射光5を反射面4でコア2の軸方法（長手方向）に反射し、クラッド基板1の側面に露出した端面から取り出すことができる。従って、入力光と光導波路との位置合わせをクラッド基板の表面において行うことができ、調芯作業が容易になる。

【0012】図1では、コア2が2本しか示されていないが、実際の応用においては、クラッド基板2の内部には更に多数のコアが形成される。また、本実施例では全てのコアが同一方向に向かって並列的に配列されているが、第1のコア群は直進させ、残りの第2のコア群は、光進路の途中に設けた反射面で左折または右折させることにより、基板上面から入射された光アレイをクラッド基板の異なる端面に分岐するようにしてもよい。また、光5の進行方向を逆にし、基板の側面から入射した光を基板の表面から取り出すようにしてもよい。これらの変形は、以下に述べる他の実施例についても同様に言える。

【0013】図2は、本発明による光波路構造体の第2の実施例を示す。本実施例では、コア2の両端に反射面を設けることによって、基板の上面から照射した光を基板の裏面から取り出すようにしたことを特徴とする。すなわち、コア2の一方の端部は、上面を基板表面側の開口部3-1に露出させ、その端面に上記開口部3-2から略垂直方向に照射された入射光を水平方向に反射するための反射面4-1を設け、他方の端部は、下面を基板の裏面側の開口部3-2に露出させ、その端面に水平方向の入射光を上記開口部3-2方向に反射するための第2の反射面4-2とを設けた構成となっている。尚、第2の反射面4-2の向きを逆にし、基板の表面側に形成した開口部から出力光を出射するようにしてもよい。

【0014】図3は、本発明のより光導波路構造体の第3の実施例を示す。本実施例は、導波路を多層に形成し、入射光を複数本の導波路の出力端に選択的にスイッチングできるようにしたことを特徴とする。2-1は第1導波路（コア）であり、一方の端面には傾斜した第1反射面4-1が形成され、他方の端面がクラッド基板1の側面に露出し、光進路の途中に相変化材料からなる傾斜した第2反射面6を備えている。2-2は上記第1導波路の下方に埋設された第2導波路（コア）であり、一方の端面に傾斜した第3反射面4-3を有し、他方の端面がクラッド基板1の側面に露出している。また、クラッド基板1は、上記第1導波路2-1の第1反射面4-1と第2反射面4-3にそれぞれ上方より光を照射でき

るように、その表面部に第1の開口部3-1と第2の開口部を有し、上記第2反射面4-2と第2導波路の第3反射面4-3との間に中空部3-3を備える。

【0015】相変化材料からなる第2反射面6は、開口部3-2から照射する制御光7による温度制御によって、屈折率を結晶性または非結晶性に可逆的に遷移させることができる。従って、本実施例によれば、第1の開口部3-1から照射した入射光5を、第1反射面4-1で水平方向に反射させ、上記第2反射面の屈折率を変えることによって、第1導波路2-1の端面または第2導波路2-2の端面から選択的に出射させる光スイッチ機能を得られる。上記第2反射面3-2は、他の材料からなるハーフミラーに置換えることができる。この場合、第1の開口部から光を照射すれば光分岐装置となり、逆にクラッド基板1の側面にある上記第1、第2導波路の端面側から光を照射すれば光結合装置として動作させることができる。

【0016】上記第1～第3実施例では、光導波路のコア部に設けた各反射面4に対して、クラッド基板に設けた開口部3を通して光を照射する構造となっているが、一部あるいは全ての開口部をコア部材を充填し、光導波路構造体内部での光伝播ができるだけコア部材経由で行われるようにしてもよい。

【0017】図4(a)～(d)は、光ファイバを用いて構成した本発明による光導波路構造体の1例を示す。図(a)は、導波路となる光ファイバ15の側面図であり、光ファイバ15の両端部は、端面が45度の傾斜角度をもつ同じ向きの反射面17(17-1、17-2)となっており、光ファイバ表面の一部に、上記各反射面に対して光を照射(または、反射面からの光を出射)できるように、平坦面16(16-1、16-2)が形成されている。上記光ファイバにおいて、右側に位置した第1平坦面16-1の上方から略垂直方向に光を照射すると、この光は、第1反射面17-1で反射されて光ファイバ内を右から左に進み、第2反射面17-2で反射されて、第2平坦面16-2から下方に略垂直方向に出射される。

【0018】上記反射面17は、光ファイバ15の端面をレーザ加工あるいはダイシングソー等で斜めに加工した後、上記端面に反射面となる材料をスパッタリング、塗布、蒸着等の方法で形成することによって得られる。尚、平坦面16は、光ファイバ15のクラッド層の一部を切欠いた状態で形成されるが、これはコアに達する程度の深さに形成しても良い。

【0019】図(b)は、上記光ファイバ15が埋設される板状の光導波路基板18の表面図であり、そのA-A断面を示す図(c)を参照して明らかなように、基板18の表面には、上記光ファイバ15を埋設するための溝部19が形成され、該溝部の一方の端部に、基板の表面から裏面に貫通する開口部20が形成してある。これ

らの溝部と開口部は、方形でも円形でもよく、例えば、エッチングやドリル等の機械加工によって形成される。

【0020】図(d)は、光ファイバ15(15-1、15-2)を埋設した2枚の光導波路基板18-1、18-2を重ね合わせた状態の断面図を示す。上記2枚の基板は、上側にある第1基板18-1に設けた開口部20-1が、下側にある第2基板18-2の溝部の一方の端部に重なる位置関係になっており、各基板の溝部19には、光ファイバ15(15-1、15-2)が、それぞれの一方の平坦部16-2を開口部20(20-1、20-2)に向けた状態で埋設されている。上記第2基板に埋設された光ファイバ15-2は、開口部20-1からの入射光について、上記第1基板に埋設された光ファイバ15-1と同様に伝送動作するため、上記構造体によれば、基板表面側(第1基板の第1平坦面16-1)から略垂直方向に入射した光5を、2つの光ファイバ15-1、15-2を介して水平方向に伝送し、基板裏面側の異なる位置(第2基板の開口部20-2)から放出させることができる。

【0021】尚、図(d)において、第2基板に埋設される光ファイバ15-2の左端を基板の側面まで延在させ、該端部では反射面と平坦面を無くした構成とすれば、第1実施例と同様、基板の上面から照射した光を基板の側面から出力する光導波路構造体を得られる。この場合、第1基板は、光ファイバを省略し、光照射のための開口部20-1のみを残した構造とすることもできる。

【0022】図5は、本発明による光導波路構造体を高分子材料で構成する場合の製造方法の1例を示す。図

(a)は、高分子材料からなるクラッド基板1の表面に全面的に、これより屈折率の大きい材料、例えば、ポリイミド等からなるコア層2を形成した状態を示す。上記コア層2は、例えば、スパッタリング、塗布、蒸着等によって形成できる。上記コア層2に、図(b)に示すように、レーザ加工、プラズマエッチング、ダイシング等の技術によって、45度の角度をもって反射面となる切込み20を形成する。

【0023】次に、図(c)に示すように、半導体分野で周知のフォトリソ技術を利用して、上記コア層2の不要部分を除去する。このとき、マスクパターンを使用して、クラッド基板1の表面に複数本のストライプ状のコア層2が並列的に残るようにコア層をフォトリソした後、反射面となる45度角の端面4にミラー材料をスパッタリング、蒸着等の技術で付着する。

【0024】図(d)は、残されたコア層2とクラッド基板1の表面を覆って、上部クラッド層1'を形成した状態を示す。上部クラッド層1'は、コア層2よりも屈折率の小さい高分子材料を用いて、上記コア層2と同様に、スパッタリング、塗布、蒸着等によって形成できる。

【0025】最後に、図(e)に示すように、フォトリソ技術を利用して上部クラッド層1'の一部を除去し、上記各コア層の反射面側の端部を露出させる開口部3を形成することによって、図1に示した第1実施例と同様の光導波路構造体を得られる。

【0026】尚、上記図(c)の段階で、対向する第1、第2反射面となる2つの切込みを形成しておき、図(e)の段階で、クラッド基板1側に第2反射面と対応した開口部を形成すれば、図2に示した本発明の第2実施例の光導波路構造体を得られる。また、図(e)で得られた光導波路構造体において、コア領域となる開口部3を屈折率の大きい高分子材料で埋め、この光導波路構造体を基板として、その表面に図(a)～(e)と同様の構成を繰り返すことによって、2層目のコア層を形成することによって、連結された多層構造の光導波路構造体を構成できる。この場合、2層目のコア層の第2反射面を相変化材料で被覆した後、該第2反射面に接続して基板側面にまで延在する第2コア層を形成し直すことによって、図3に示した本発明の第3実施例の光導波路構造体を得られる。

【0027】上述した本発明による光導波路構造体において、入射光を照射するために基板表面に形成された開口部3の大きさを光導波路2の断面よりも大きく形成しておき、屈折率分布が光の進行方向に沿って同心円上に変化した屈折率分布型のコア部材で充填してもよい。この構造によれば、セルフフォーカス効果により入射光が

収束されるため、入射光と光導波路との調芯作業が非常に容易となる。また、上記開口部に、ロッドレンズ等のレンズを埋め込んだ構造としてもよい。

【0028】

【発明の効果】本発明によれば、光導波路の入射光と出射光との光軸を変えることができるため、光導波路と外部装置との結合が容易になる。また、光導波路装置を小型化が可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による光導波路構造体の第1実施例を示す一部断面斜視図。

【図2】本発明による光導波路構造体の第2実施例を示す一部断面斜視図。

【図3】本発明による光導波路構造体の第3実施例を示す一部断面斜視図。

【図4】本発明による光導波路構造体の製造方法の1例を説明するための図。

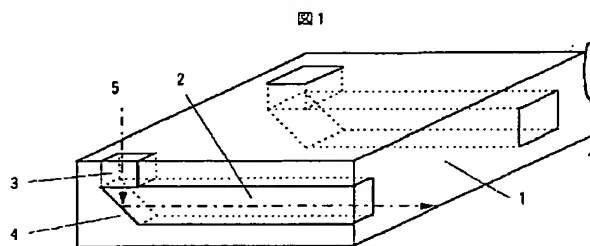
【図5】本発明による光導波路構造体の製造方法の他の例を説明するための図。

【図6】従来の光導波路の構造の1例を示す図。

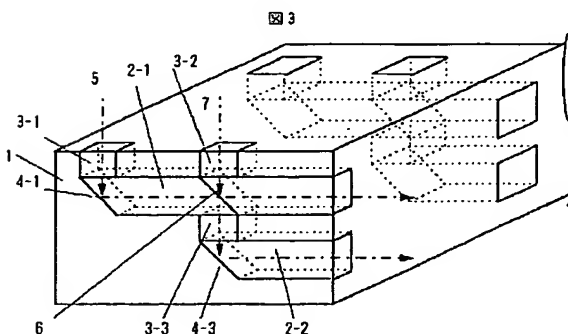
【符号の説明】

1、21…クラッド基板、2、22…コア部材、3、20…開口部および中空部、4、17…反射面、5…光、6…相変化反射面、7…制御光、15…光ファイバ、16…平坦面、18…板状基板、19…溝部、20…開口部

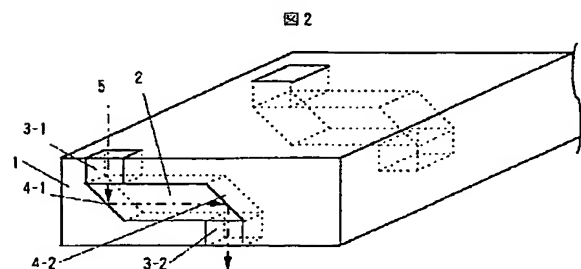
【図1】



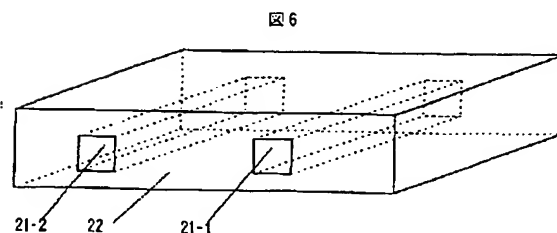
【図3】



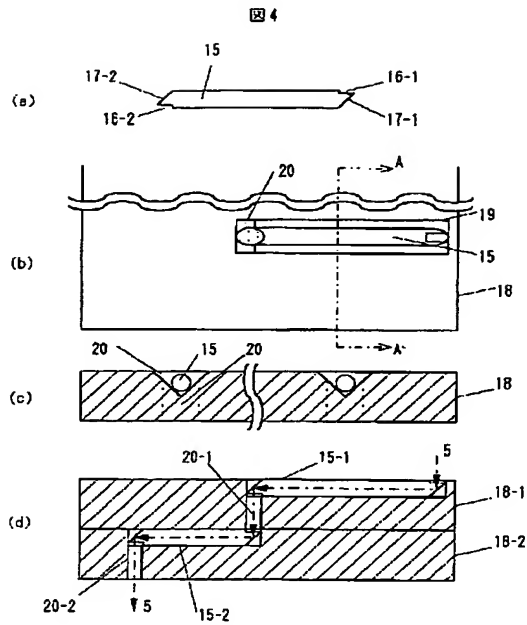
【図2】



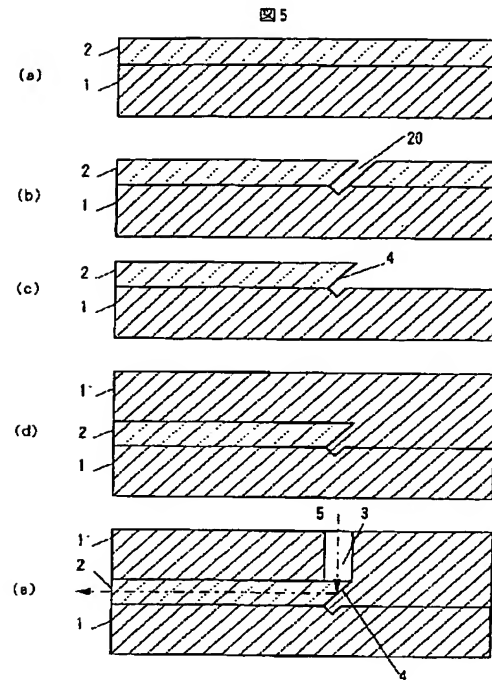
【図6】



【図 4】



【図 5】



フロントページの続き

(72) 発明者 伊月 秀一
 神奈川県横浜市戸塚区戸塚町216番地 株
 式会社日立製作所情報通信事業部内

(72) 発明者 浜岸 真也
 神奈川県横浜市戸塚区戸塚町216番地 株
 式会社日立製作所情報通信事業部内

(72) 発明者 桑木 博司
 神奈川県横浜市戸塚区戸塚町216番地 株
 式会社日立製作所情報通信事業部内

F ターム(参考) 2H047 KA04 KB08 LA14 PA03 PA04
 PA24 PA28 TA47